

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02103962  
PUBLICATION DATE : 17-04-90

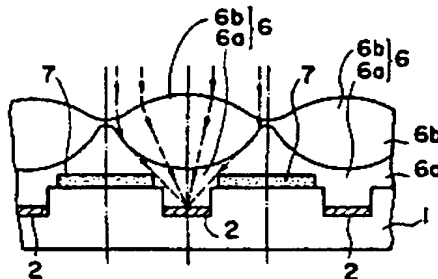
APPLICATION DATE : 13-10-88  
APPLICATION NUMBER : 63257788

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : ENOMOTO TADASHI;

INT.CL. : H01L 27/14

TITLE : SOLID-STATE IMAGE SENSING  
DEVICE AND MANUFACTURE  
THEREOF



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain high sensitivity and to make smear and flare less by forming a microlens for light sensitive picture elements with convex and concave lenses having required refractive indexes.

CONSTITUTION: Light is condensed on each photodiode 2 in a plurality of light sensitive parts through a microlens 6. The microlens 6 is composed of a convex lens 6b comprising resist having a large refractive index and a concave lens 6a comprising resist having a small refractive index. This microlens is different from the case wherein only a convex lens that cannot condense sufficient light on the photodiode 2 and has much smear and flare is used in forming the microlens. In the microlens in the present invention, the sensitivity is enhanced, and the smear and the flare can be made less.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-103962

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)4月17日

H 01 L 27/14

7377-5F H 01 L 27/14

D

審査請求 有 請求項の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 固体撮像装置及びその製造方法

⑯ 特 願 昭63-257788

⑰ 出 願 昭63(1988)10月13日

⑱ 発 明 者 榎 本 匡 志 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会社東芝堀川町工場内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 佐 藤 一 雄 外 3 名

明 細 書

を形成する工程とを経ることを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

1. 発明の名称

固体撮像装置及びその製造方法

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明は固体撮像装置及びその製造方法、特に改良したマイクロレンズを用いることによって素子感度を向上させるとともに、スミヤ及びフレアの発生を極力低減させた固体撮像装置及びその製造方法に関する。

(従来の技術)

一般に、固体撮像装置は、固体撮像素子からなる複数の画素を配列することによって構成され、1つの固体撮像素子では、入射した光をフォトダイオードなどからなる感光部で電気信号に変換して信号の出力を行うようになっている。このような固体撮像素子において、感光部たるフォトダイオードの受光部の寸法を大きくすることなく受光感度を高めるために、感光部の上方にマイクロ

2. 特許請求の範囲

1. 半導体基板上に形成した感光部と、この感光部の上方に位置して該感光部に外光を集光するマイクロレンズとを備えた感光画素を複数配列してなる固体撮像装置において、上記マイクロレンズを大きい屈折率のレジストからなる凸レンズと、この凸レンズより小さい屈折率のレジストからなる凹レンズとを上下に積層し該2つのレンズを組合わせて構成したことを特徴とする固体撮像装置。

2. 半導体基板内に複数の感光部を形成する工程と、この各感光部に対応する上方位置に、透明なレジスト層で凹レンズを形成する工程と、この凹レンズの上面に該凹レンズ形成用レジスト層より屈折率の大きな透明なレジスト層で凸レンズ

レンズを設け、このマイクロレンズで外光を感光部に集光することが通常行われている。

これを、第7図及び第8図を参照して説明する。

第7図において、半導体基板1の内部には、感光部として複数のフォトダイオード2が上方に開口して形成されており、この上面はパッシベーション膜3で覆われ、このパッシベーション膜3の上面にカラーフィルタ層4が形成されている。そして、このカラーフィルタ層4の上面は、表面を平坦とした、例えばアクリル系のレジストからなる透明層5で覆われ、更にこの透明層5の上面の上記各フォトダイオード2に対応した位置に凸レンズによりマイクロレンズ6'が、例えばアクリル系のレジストによって形成されている。これによって各マイクロレンズ6'によって各フォトダイオード2に外光を集光するようにした画素を複数配列した固体撮像装置が構成されていた。

第8図においては、半導体基板1の内部に、感光部としての複数のフォトダイオード2が形成され、半導体基板1の上面の各フォトダイオード2、

果的な集光を行うためには、膜厚を厚くして大きなテーパーを付ける必要があるが、レジストは一般に膜厚を厚くすると耐加工性が悪くなるという問題があり、効果的な集光を行うことができない。

本発明は上記に鑑み、高感度化を実現することができ、しかもスミヤやフレアの小さな固体撮像装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

〔発明の構成〕

（課題を解決するための手段）

上記目的を達成するため、本発明における固体撮像装置は、半導体基板上に形成した感光部と、この感光部の上方に位置して該感光部に外光を集光するマイクロレンズとを備えた感光画素を複数配列してなる固体撮像装置において、上記マイクロレンズを大きい屈折率のレジストからなる凸レンズと、この凸レンズより小さい屈折率のレジストからなる凹レンズとを上下に積層し該2つのレンズを組合わせて構成したものである。

また、上記固体撮像装置は、半導体基板内に複

## 特開平2-103962(2)

2間には、光反射防止膜7が設けられ、この上面はアクリル系レジスト等の透明層5で覆われているとともに、上記各フォトダイオード2に対応した位置に凸レンズによりマイクロレンズ6'が、例えばアクリル系のレジストによって形成されている。これによって各マイクロレンズ6'によって各フォトダイオード2に外光を集光するようにした画素を複数配列した固体撮像装置が構成されていた。

（発明が解決しようとする課題）

しかしながら、上記従来例においては、凸レンズのみからなるマイクロレンズで外光の集光を行っていたため、この集光が不十分となって、第7図及び第8図に示すように、十分な集光を行うことができないばかりでなく、一般にフォトダイオード（感光部）の中央に集光されずに斜めに光りが入るために、スミアが大きくなってしまったり、表面の反射によりフレアが発生してしまうといった問題点があった。

なお、一般にマイクロレンズを形成した際、効

数の感光部を形成する工程と、この各感光部に対応する上方位置に、透明なレジスト層で凹レンズを形成する工程と、この凹レンズの上面に該凹レンズ形成用レジスト層より屈折率の大きな透明なレジスト層で凸レンズを形成する工程とを経ることにより製造することができる。

（作用）

上記のように構成した本発明によれば、外光はまず凸レンズで集光され、更にこの凸レンズよりも小さい屈曲率を有する凹レンズで更に集光される。これにより、上記凸レンズと凹レンズを組合わせたマイクロレンズでの集光度を凸レンズのものに比べて、例えば約2倍と通かに高くすることができ、これによって感度を十分大きくして、外光をフォトダイオードの中央に集光させることができる。

しかも、凸レンズと凹レンズを形成するレジストを任意に選択することにより、容易に製造することができる。

## (実施例)

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

第1図は、第1の実施例を示すもので、半導体基板1の内部には、上方に開口した感光部としての複数のフォトダイオード2が形成されているとともに、この半導体基板1の各フォトダイオード2、2の間には、光反射防止膜7が設けられている。なお、図示していないが、上記基板の上面にパッシベーション膜を設けても良いことは勿論である。

この構成は、上記第7図に示すものとほぼ同じであるが、以下の点で異なっている。

即ち、上記半導体基板1の上面には、上記各フォトダイオード2の上方に位置して下記の凸レンズ6bよりも屈折率の小さなレジスト、例えば屈折率が1.4程度のアクリル系のレジスト6a'で形成した凹レンズ6aと、この凹レンズ6aの上面に、例えば屈折率が1.7程度のスチレン系のレジスト6b'で構成した凸レンズ6bとから

置して下記の凸レンズ6bよりも屈折率の小さなレジスト、例えば屈折率が1.4程度のアクリル系のレジスト6a'で形成した凹レンズ6aと、この凹レンズ6aの上面に、例えば屈折率が1.7程度のスチレン系のレジスト6b'で構成した凸レンズ6bとからなるマイクロレンズ6が形成されている。

これにより、上記第1の実施例と同様に、集光感を高めるとともに、集光した光が各フォトダイオード2の中央にくるようにしてスミヤ及びフレアを減少させることができるよう構成されている。

第3図は、第3の実施例を示すもので、上記第1の実施例を異なる点は、光反射防止膜7の膜厚を厚くすることにより、凹レンズ6aの形状を最適化するようにした点にある。

この形状は、光反射防止膜6a以外に、半導体基板1の形状を加味することにより、この光反射防止膜7の膜厚をそれ程厚くする必要がなく、例えば半導体基板1の段差厚を2μmで、この基板

なるマイクロレンズ6が形成されている。

これにより、先ず屈折率の大きな凸レンズ6bで集光効果を持たせ、更にこの凸レンズ6bより屈折率の小さな凹レンズ6aでこの凸レンズ6bで集光した光を更に集光させる2段の集光を行うように構成されている。

このように、2段の集光を行うことにより、従来の凸レンズのみでマイクロレンズを構成したものにも比べて遙かに集光効果を高め、これによって、集光感を高めるとともに、集光した光が各フォトダイオード2の中央にくるようにしてスミヤ及びフレアを減少させることができる。

第2図は第2の実施例を示すもので、半導体基板1の内部には、感光部として複数のフォトダイオード2が形成され、この半導体基板1の上面は、パッシベーション膜3で覆われているとともに、このパッシベーション膜3の上面には、カラーフィルタ層4が形成されている。

更に、このカラーフィルタ層4の上面には、上記と同様に上記各フォトダイオード2の上方に位

1の上の光反射防止膜7の膜厚を1.2μmにすることにより、十分な凹レンズ6aを形成することができる。

第4図は、第4の実施例を示すもので、上記第2の実施例と異なる点は、各フォトダイオード2、2間の上方位置で、カラーフィルタ層4の上面に積層したトップ層8の上面に光反射防止膜7を形成し、この各光反射防止膜7を囲むようにして、凹レンズ6aを形成した点にある。

この実施例の場合、上記第3の実施例と同様に光反射防止膜7の膜厚は1.2μm程度で十分な凹レンズ6aを形成することができる。

これは、凹レンズ6aがカラーフィルタ層4の上方にあり、この凹レンズ6aとフォトダイオード2との距離が十分であるため、この膜厚をそれ程厚くする必要がないからである。

ここで、上記各光反射防止膜7の色は、レンズ効果が十分大きければ、黒である必要はなく、透明でもフレアはあまり大きくならない。

第5図は、上記第2図に示す第2の実施例の製

造方法を示すものである。

即ち、半導体基板1の内部に感光部としてフォトダイオード2を形成し、この上面にパッシベーション膜3を塗布した後、このパッシベーション膜3の上面にカラーフィルタ層4をパターンニングする(同図(a))。

そして、このカラーフィルタ層4の上面に、凹レンズ形成用のレジストである屈折率が1.4程度のアクリル系透明レジスト6a'を、例えば1.5 $\mu$ m程度塗布し、更にその上にポジレジスト9を0.5 $\mu$ m程度塗布し、所定の位置をパターンニングする(同じく(b))。しかる後に、このポジレジスト9をマスクにして、例えばO<sub>2</sub>によるプラズマエッチングを行うことにより、上記レジスト6a'によって凹レンズ6aを形成する(同図(c))。

次に、上記凹レンズの屈折率1.4程度より大きい1.7程度の屈折率の凸レンズ形成用のスチレン系レジスト6b'を塗布し、上記と同様にこの上面の所望の位置にポジレジスト10をパター

成用のレジストである屈折率が1.4程度のアクリル系透明レジスト6a'を、例えば1.5 $\mu$ m程度塗布することにより、このレジスト6a'によって凹レンズ6aを形成する(同図(b))。

次に、上記凹レンズ6aの屈折率1.4程度より大きい1.7程度の屈折率の凸レンズ形成用のスチレン系レジスト6b'を塗布し、この上面の所望の位置にポジレジスト10をパターンニングし(同図(c))、このポジレジスト10をマスクとして、上記レジスト6b'によって凸レンズ6bを形成することによって、屈折率の小さな凹レンズ6aとこの凹レンズ6aより屈折率の大きな凸レンズ6bとからなるマイクロレンズ6を備えた固体撮像装置を構成するのである。

なお、ボンディングパッドのレジストを除去する場合には、凸レンズ6bを形成する際に、これと同時に除去するようにすることができる。

(発明の効果)

本発明は上記のような構成であるので、マイクロレンズは、大きい屈折率の凸レンズと、この凸

ンニングし(同図(d))、このポジレジスト10をマスクとして、上記レジスト6b'によって凸レンズ6bを形成することによって、屈折率の小さな凹レンズ6aとこの凹レンズ6aより屈折率の大きな凸レンズ6bとからなるマイクロレンズ6を備えた固体撮像装置を構成するのである。

なお、上記凸レンズ6bは、ドライエッチングにより形成したが、他の方法を用いて形成しても良いことは勿論である。

第6図は、上記第4図に示す第4の実施例の製造方法を示すものである。

即ち、半導体基板1の内部に感光部としてフォトダイオード2を形成し、この上面にパッシベーション膜3を塗布した後、このパッシベーション膜3の上面にカラーフィルタ層4をパターンニングするとともに、この上面にトップ層8を積層し、更にこのトップ層8の上面の所望の位置に光反射防止膜7を、例えば1.2 $\mu$ m程度の膜厚で形成する(同図(a))。

そして、このトップ層8の上面に、凹レンズ形

レンズより屈折率の小さな凹レンズを上下に積層して構成されているため、従来の凸レンズだけに比べて遥かに外光の集光を効率良く行うことができるとともに、この集光した光をフォトダイオードの中央に集光することができるので、スミヤ及びフレアを極力低減させて感度を著しく向上させることができる。

更に、レンズ効果を、従来の2倍近く向上させることができるため、集積度を上げることができるばかりでなく、凸レンズにスチレン系レジストを用いることにより、耐熱性及び耐光性を向上させるようにすることができる。

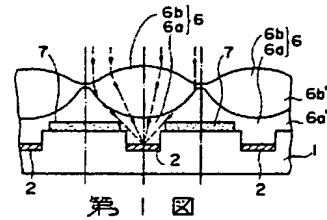
また、マイクロレンズをドライエッチングにより製造することにより、アルミニウム部の腐蝕をなくして良質な固体撮像装置を得るようにすることができるばかりでなく、ポジレジストを用いることによって、微細パターンのマイクロレンズを形成するようにすることもできるといった効果がある。



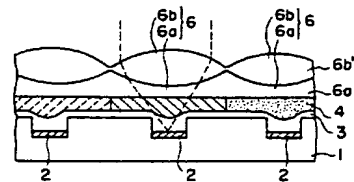
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第4図は本発明の夫々異なる実施例を示す断面図、第5図は第2図に示す固体撮像装置の製造方法を工程順に示す断面図、第6図は第4図に示す固体撮像装置の製造方法を工程順に示す断面図、第7図及び第8図は夫々異なる従来例を示す断面図である。

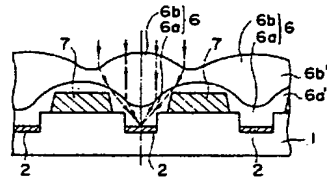
1…半導体基板、2…フォトダイオード（感光部）、3…バッシェーション膜、4…カラーフィルタ層、6…マイクロレンズ、6a…同凹レンズ、6b…同凸レンズ、7…光反射防止膜。



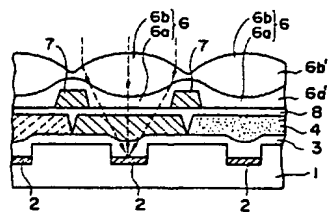
第1図



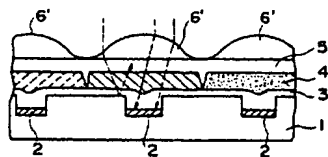
第2図



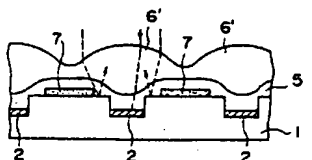
第3図



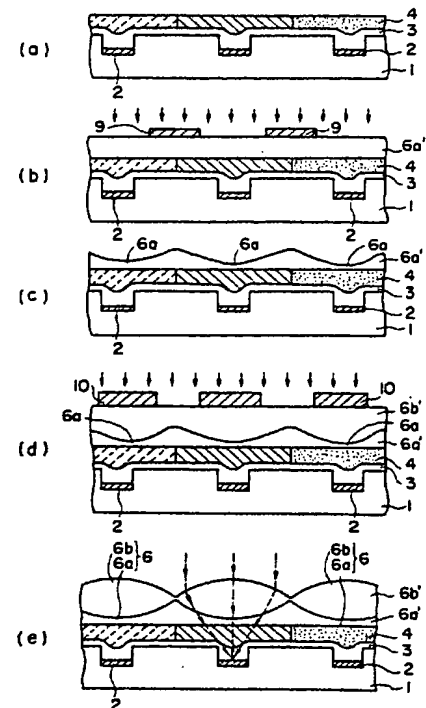
第4図



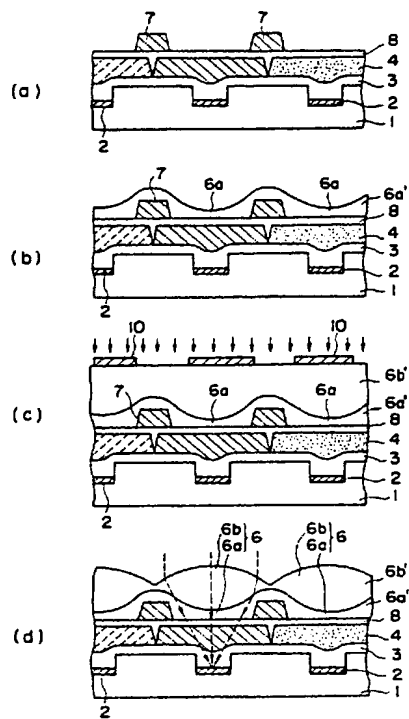
第7図



第8図



第5図



第 6 図